

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-273592

(43)Date of publication of application : 21.10.1997

(51)Int.Cl.

F16F 15/04
B32B 7/02
B32B 25/14
E04B 1/36
E04H 9/02

(21)Application number : 08-082849

(71)Applicant : SUMITOMO RUBBER IND LTD

(22)Date of filing : 04.04.1996

(72)Inventor : HARA SEIJI

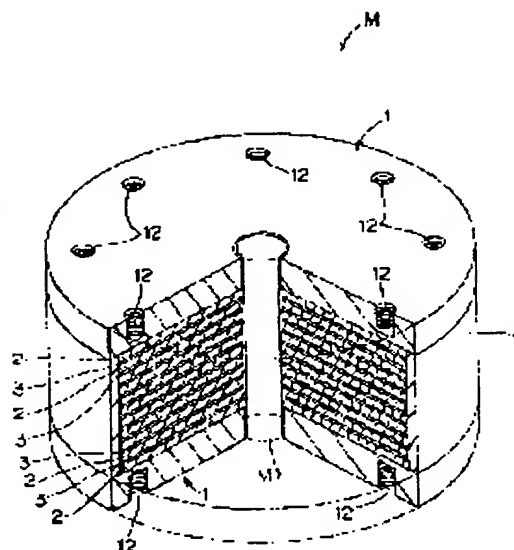
SEKIDO FUMIO

(54) EARTHQUAKE ISOLATION STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a earthquake isolation structure which is not buckled by earthquake easily in the case used to earthquake isolation support of a multistory building by forming a soft layer by a rubber material in which xylene resin is added in base polymer.

SOLUTION: An earthquake isolation structure M is provided with a two disk shaped flanges 1, 1, a soft layers 2 of plural layers and hard layers 3 which are laminated between both flanges 1, 1 alternately, which are formed in a disk shape, and whose outer diameter is smaller than that of the flanges 1, 1, and a layer 4 for covering the outer peripheral parts of the soft layer 2 and the hard layers 3 between the flanges 1, 1, and the soft layers 2 are formed by a rubber material formed by adding xylene resin in base polymer. In the center part of the earthquake isolation structure M, each layer of the flange 1, 1, the soft layer 2, and the hard layer 3 is penetrated so as to form a circulating hole M1. Since the rigidity of a horizontal direction is high, it is possible to provide the earthquake isolation structure M which is not buckled by earthquake easily in the case used to earthquake isolation support of a building having a heavy weight such as a multistory building.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-273592

(43) 公開日 平成9年(1997)10月21日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 F 15/04		8312-3 J	F 1 6 F 15/04	A
B 3 2 B 7/02	1 0 1		B 3 2 B 7/02	1 0 1
			25/14	
E 0 4 B 1/36			E 0 4 B 1/36	B
E 0 4 H 9/02	3 3 1		E 0 4 H 9/02	3 3 1 A
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-82849

(22) 出願日 平成8年(1996)4月4日

(71) 出願人 000183233

住友ゴム工業株式会社

兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号

(72) 発明者 原 誠治

兵庫県明石市魚住町清水41番地の1 住友
ゴム魚住寮

(72) 発明者 関堂 文雄

兵庫県明石市大久保町高丘7丁目13-2

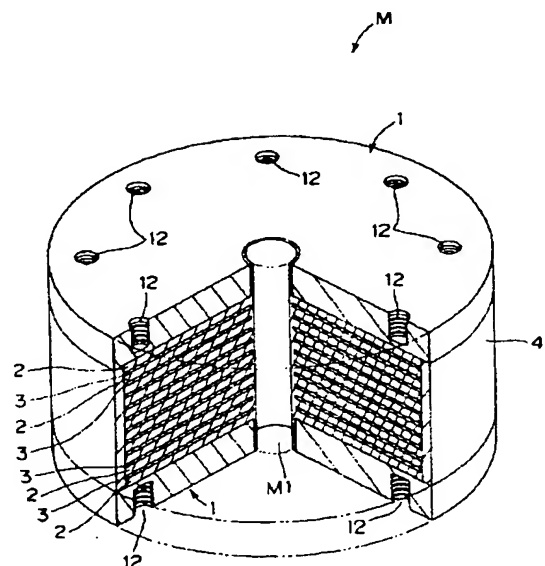
(74) 代理人 弁理士 亀井 弘勝 (外1名)

(54) 【発明の名称】 免震構造体

(57) 【要約】

【課題】 たとえば高層建築物等の免震支承に使用された場合でも、地震によって容易に座屈しない免震構造体を提供する。

【解決手段】 軟質層2を、ベースポリマーにキシレン樹脂を添加したゴム材料にて形成した。



M...免震構造体
2...軟質層
3...硬質層

【特許請求の範囲】

【請求項1】ゴム弾性を有する軟質層と、剛性を有する硬質層とをそれぞれ複数層、交互に積層した免震構造体であって、上記軟質層が、ベースポリマーにキシレン樹脂を添加したゴム材料にて形成されていることを特徴とする免震構造体。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、たとえばビル等の建築物の基礎部分に設けられる免震構造体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】たとえば3～10階建て程度の建築物は、その固有の振動数が2Hz程度であって地震の振動周波数とはほぼ一致するため、共振して、地震によってとくに大きな被害を受ける。そこで、建築物の固有振動数を地震の振動周波数からずらして、当該建築物が受ける横方向の加速度を減少させるべく、その基礎部分に、横方向に柔らかい免震構造体を挿入することが検討され、実用化されつつある。

【0003】上記免震構造体としては種々の構造のものが提案されており、その中の一つに、ゴム材料にて形成された、ゴム弾性を有する軟質層と、銅板等からなる、剛性を有する硬質層とを、それぞれ複数層ずつ交互に積層した積層構造のものがある。上記構造の免震構造体の軟質層に要求される最も重要な特性は、地震発生による大変形時にその変形のエネルギーを吸収して、建築物の振動を減衰する特性（振動減衰特性）である。

【0004】また上記軟質層は、振動減衰特性と同時に外力に対する高い耐性（耐破壊特性）を有している必要もある。すなわち免震構造体には、平常時でも常に、建築物から巨大な圧縮荷重が加えられており、ゴム材料からなる軟質層は、この圧縮荷重によって外周部が外方へ膨張して、その表面にかなり大きな引張応力が加わった状態となっているため、この引張応力によって裂けたりしないことが求められるとともに、地震発生による大変形時には、場合によっては軟質層に、局部的にはあるがおよそ200%程度のせん断変形が加えられるおそれがあるため、この変形によって破壊されないことが求められる。

【0005】そして、上記両特性にすぐれた軟質層を形成しうるゴム材料として、天然ゴム（NR）、イソプレンゴム（IR）、ブタジエンゴム（BR）等が一般的に用いられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】免震構造体は従来、前述したように3～10階建て程度の低～中層程度の建築物で主として使用されてきたが、近時、10階建てを超える高層建築物にも免震構造体を適用しようとする動きが見られるようになってきた。ところが、かかる高層建

築物は、低～中層の建築物に比べてその重量が著しく大きいので、従来の免震構造体をそのまま使用したのでは、とくにゴム材料からなる軟質層が耐えきれず、地震の際の水平方向へのせん断大変形時に免震構造体が座屈して、免震支承機能を失うおそれのあることが明らかとなった。

【0007】この発明の目的は、たとえば高層建築物等の免震支承に使用された場合でも、地震によって容易に座屈しない免震構造体を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、発明者らは、免震構造体の軟質層を構成するゴム材料のせん断弾性率を高め、それによって免震構造体の水平方向の剛性を向上して、地震の際の座屈を防止することを検討した。そして、従来よりゴム材料の補強に用いられている種々の補強樹脂の添加によるせん断弾性率の向上を試みたが、後述する比較例の結果からも明らかなように従来の補強樹脂では、思わしい結果がえられなかった。

【0009】そこでさらに検討を行った結果、ゴム材料を構成するベースポリマーにキシレン樹脂を添加するとせん断弾性率が向上するため、かかるゴム材料にて軟質層を形成した免震構造体は、水平方向の剛性が向上して、たとえば高層建築物等の免震支承に使用された場合でも、地震によって容易に座屈しないものとなる上、さらに免震構造体全体の小型化も可能であることが明らかとなった。

【0010】すなわちこの発明の免震構造体は、ゴム弾性を有する軟質層と、剛性を有する硬質層とをそれぞれ複数層、交互に積層した免震構造体であって、上記軟質層が、ベースポリマーにキシレン樹脂を添加したゴム材料にて形成されていることを特徴とするものである。上記構成からなるこの発明の免震構造体は、前述したように軟質層を構成するゴム材料のせん断弾性率が高く、したがって水平方向の剛性が高いために、高層建築物等の重量の大きな建築物の免震支承に使用された場合でも、地震によって容易に座屈しないものとなる。

【0011】またこの発明の免震構造体は、上記のように水平方向の剛性が高いため、従来に比べてより小型化しても同等の免震支承性能をえることが可能である。よって、この発明によれば免震構造体を小型化することにより、当該免震構造体だけでなく、かかる免震構造体と基礎、あるいは免震構造体と建築物との接続部分等をも小型化できるため、免震構造体を組み込んだ建築物の建設工期、建築費等を削減できるという利点もある。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、この発明の免震構造体を、その実施の形態の一例を示す図1を参照しつつ説明する。図1にみるようにこの例の免震構造体Mは、円板状の2枚のフランジ1、1と、両フランジ1、1間に交

互に積層された、同じく円板状で、かつフランジ1、1よりも外径の小さい複数層ずつの軟質層2…および硬質層3…と、当該フランジ1、1間で、上記軟質層2…、硬質層3…の外周を被覆する被覆層4とを備えており、このうち軟質層2…が、前述したようにベースポリマーにキシレン樹脂を添加したゴム材料にて形成されている。また免震構造体Mの中心部には、上記フランジ1、1、軟質層2…および硬質層3…の各層を貫通して、通孔M1が形成されている。

【0013】上記キシレン樹脂としては、m-キシレンとホルムアルデヒドとを、たとえば硫酸等の鉍酸触媒下で反応させてえられるm-キシレンホルムアルデヒド樹脂(XF樹脂、ストレート型キシレン樹脂)が使用できる他、上記m-キシレンホルムアルデヒド樹脂と、フェノール類、カルボン酸類、アミン類、アルコール類または芳香族炭化水素類等の、活性水素を有する第3成分との後縮合変性生成物(後縮合変性型キシレン樹脂)を使用することもできる。

【0014】上記のうち前者のストレート型キシレン樹脂の構造は、フェノール樹脂におけるレゾールと同様に複雑多岐にわたるため特定できないが、複数のm-キシレン環が、メチレン結合、アセタール結合、エーテル結合によって結合された構造を有していることや、あるいはその末端が、m-キシレン環だけでなく一部はメチロール基やメトキシメチル基である場合もあること等が知られている。

【0015】上記ストレート型キシレン樹脂は、平均分子量300~600程度のオリゴマーであり、液状、塊状、粉状等の形状で供給される。また後者の、後縮合変性型キシレン樹脂は、上記ストレート型キシレン樹脂中のアセタール結合やエーテル結合が、酸触媒の存在下で容易に切れて、活性水素を含む前記の第3成分と後縮合することを利用したもので、第3成分の種類によって、種々の性状を有するものが供給されている。

【0016】この発明においては、上記各種キシレン樹脂の中から、ゴム材料に添加した際に、当該ゴム材料のせん断弾性率を向上する効果にすぐれたものが好適に使用される。かかるキシレン樹脂の具体例としては、これに限定されないがたとえば、三菱瓦斯化学(株)製の商品名ニカノールHP120(アルキルフェノール変性型キシレン樹脂)や、あるいはリグナイト(株)製の商品名リグノールR70(ホルムアルデヒド変性型キシレン樹脂)等があげられる。

【0017】上記キシレン樹脂が添加される、ゴム材料を構成するベースポリマーとしては、当該キシレン樹脂と相溶性を有し、かつキシレン樹脂の添加効果がえられる、すなわちキシレン樹脂の添加によってゴム材料のせん断弾性率が向上する種々のポリマーが使用可能である。ただし上記の条件と、前述した軟質層2の耐破壊特性や振動減衰特性の点とを考慮すると、上記ポリマーと

しては、たとえば前述したNR、BRや、あるいはイソプレンゴム(IR)、スチレン-ブタジエン共重合ゴム(SBR)等が好適に使用される。これらはそれぞれ単独で使用される他、2種以上を併用してもよい。

【0018】ポリマーへのキシレン樹脂の添加量は、この発明ではとくに限定されず、ポリマーの種類およびキシレン樹脂のタイプ等に応じて、好適な範囲が適宜、設定される。たとえばポリマーとして、NRとIRとを重量比で65:35の割合で配合したものを使用し、かつキシレン樹脂としてアルキルフェノール変性型キシレン樹脂(前述した三菱瓦斯化学(株)製のニカノールHP120)を使用する場合は、後述する実施例の結果より明らかなように、ポリマー100重量部に対して上記キシレン樹脂を15重量部以上の範囲で添加するのが好ましい。上記の場合、これ以下の添加では、軟質層2を構成するゴム材料のせん断弾性率を向上する効果がえられないおそれがある。

【0019】また、上記ポリマーとキシレン樹脂との組み合わせの際の、キシレン樹脂の添加量の上限は、ポリマー100重量部に対して120重量部程度である。キシレン樹脂をこれ以上添加した場合には、とくに軟質層2の耐破壊特性が低下するおそれがある。またポリマーとしてBRを使用し、かつキシレン樹脂として上記アルキルフェノール変性型キシレン樹脂(三菱瓦斯化学(株)製のニカノールHP120)を使用する場合にも、やはり実施例の結果より明らかなように、ポリマー100重量部に対して上記キシレン樹脂を、前記と同量程度、配合するのが好ましい。

【0020】軟質層2を形成するゴム材料は、上記のごとくキシレン樹脂を添加したベースポリマーに、従来同様に加硫剤、加硫促進剤、加硫促進助剤、加硫遅延剤、補強剤(たとえばカーボンブラック等)、充てん剤、軟化剤、可塑剤、粘着性付与剤、樹脂その他各種添加剤を、必要に応じて添加して構成される。上記軟質層2と組み合わされる各部のうちフランジ1および硬質層3は、それぞれ従来同様に、鋼板等の剛性を有する材料にて形成され、このうち上側のフランジ1の上面、および下側のフランジ1の下面には、それぞれ図1にみるように、免震構造体Mを基礎および建築物と結合するためのボルト(図示せず)が螺着される複数個のねじ穴12…が形成されている。

【0021】また被覆層4は、主として軟質層2の、酸化劣化やオゾン劣化等を防止するために設けられるもので、軟質層2と同じゴム材料で形成できる他、空気を透過しない性質(空気遮断性)を有するゴム材料や、あるいはそれ自体が酸化劣化やオゾン劣化等しにくいゴム材料等によって形成することもできる。被覆層4を形成するゴム材料には、従来同様に加硫剤、加硫促進剤、加硫促進助剤、加硫遅延剤、補強剤、充てん剤、軟化剤、可塑剤その他各種添加剤が添加される。

【0022】上記各部からなる図1の免震構造体Mは、たとえば以下の手順で製造される。まず2枚のフランジ1、1と、軟質層2…となる、複数枚の未加硫のゴム材料のシートと、硬質層3…となる、複数枚の鋼板等とを、図1に示す順序で積層して、円柱状の積層体とする。つぎにこの円柱状の積層体のうち、軟質層2…と硬質層3…に相当する部分の周囲に、前述した被覆層4となる未加硫のゴム材料のシートを巻きつける。

【0023】そして上記の組み立てたものを所定の温度、圧力で加熱、加圧してやると、未加硫のゴム材料からなるシートが加硫されて、軟質層2…と被覆層4とが形成されるとともに、当該軟質層2…、被覆層4と、フランジ1、1と、硬質層3…とが互いに加硫接着されて、図1に示す免震構造体Mが製造されるのである。上記免震構造体Mの、フランジ1、1、軟質層2…、および硬質層3…の中心部に形成された通孔M1は、上記加硫の際に、2枚のフランジ1、1と、軟質層2…となる複数枚の未加硫のゴム材料のシートと、硬質層3…となる複数枚の鋼板等とを位置決めするためのものであり、製造方法によっては省略することもできる。

【0024】なお、この発明の免震構造体の構成は、図1に示した例のものには限定されない。たとえば図1の免震構造体Mは、フランジ1、1、軟質層2…、および硬質層3…の中心部に通孔M1が貫通、形成されていたが、かかる通孔は、上記のように省略することもでき

る。

【0025】また図1の免震構造体Mは、軟質層2…、硬質層3…の外径が、フランジ1、1の外径より小さくなっており、当該フランジ1、1間で、軟質層2…、硬質層3…の外周のみを、被覆層4によって被覆していたが、上記フランジ1、1、軟質層2…、および硬質層3…の外径を全て同じにして、この全ての外周を、被覆層4で被覆してもよい。

【0026】あるいはまた、上記被覆層4はなくてもよい。要するに軟質層が、キシレン樹脂を添加したゴム材料にて形成されていれば、その他の構成はとくに限定されないのである。

【0027】

【実施例】以下にこの発明を、実施例、比較例に基づいて説明する。

実施例1

〔ゴム材料の作製〕NR〔SMR CV60〕65重量部と、IR〔シェル化学（株）製のIR309〕35重量部とをベースポリマーとし、このベースポリマーにアルキルフェノール変性型キシレン樹脂〔前出の三菱瓦斯化学（株）製、ニカノールHP120〕48重量部と、下記の各成分とを配合し、密閉式混練機で混練してゴム材料を作製した。

【0028】

《成 分》

〈補強剤〉

カーボンブラックLS-ISA F 50重量部
〔新日鉄化学（株）製のダイヤブラックLI〕

〈軟化剤〉

アロマオイル 10重量部
〔ジャパンエナジー（株）製のJOMOX100E〕

〈老化防止剤〉

2-メルカプトベンゾイミダゾール 2重量部
〔大内新興化学（株）製のノクラックMB〕

〈加硫剤〉

粉末硫黄〔鶴見化学（株）製〕 1重量部

〈加硫促進剤〉

N-tert-ブチル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド
〔大内新興化学（株）製のノクセラーNS〕

1.7重量部

テトラメチルチウラムジスルフィド 0.9重量部
〔大内新興化学（株）製のノクセラーTBT-n〕

〈加硫遅延剤〉

サントガードPVI 0.3重量部
〔モンサント（株）製〕

〈加硫促進助剤〉

亜鉛華〔東邦亜鉛（株）製の銀嶺R〕 3重量部
ステアリン酸〔日本油脂（株）製の桐〕 1重量部

〔免震構造体の製造〕上記で作製したゴム材料をローラーヘッド押出機により、幅300mm、厚み2.2mm

のシート状に成形した後、このシートを、外径180mmでかつその中心部に内径20mmの通孔を有する円板状に打ち抜いた。

【0029】つぎに上記円板状のシート25枚を、当該シートと同じく外径180mmでかつその中心部に内径21mmの通孔を有する、厚み1mmの円板状の鋼板24枚と交互に積層し、かつその上下に、外径196mmでかつその中心部に内径21mmの通孔を有する、厚み19.8mmのフランジ2枚を重ね合わせた状態で、油圧プレスで圧着した。

【0030】つぎに、上記積層体のうち、2枚のフランジ間の、軟質層および硬質層となるシートおよび鋼板の周囲に、未加硫のブチルゴム製の、厚み2mmのシートを巻きつけた状態で、専用の金型に仕込み、油圧プレスで加圧しつつ加熱して加硫させた。加硫条件は、加硫圧200kgf/cm²、加硫温度×時間：120℃×10分→130℃×10分→140℃×10分→150℃×120分とした。

【0031】そして加硫後に金型から取り出して、図1に示す形状を有し、全体の厚みが108.6mm、外径が196mm、通孔M1の内径が20mm、2枚のフランジ1、1間の距離が69mm、軟質層2の1層の厚みが1.8mmである免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

比較例1

キシレン樹脂に代えてロジン変性マレイン樹脂〔ハリマ化成(株)製のハリマックR100〕48重量部を用いたこと以外は、実施例1と同様にしてゴム材料を作製し、このゴム材料から、実施例1と同様にして、同寸法の免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

比較例2

キシレン樹脂に代えてエクソン(株)製のシクロペンタジエン系樹脂〔商品名エスコレッツ8180〕48重量部を用いたこと以外は、実施例1と同様にしてゴム材料を作製し、このゴム材料から、実施例1と同様にして、同寸法の免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

比較例3

キシレン樹脂に代えてクマロンインデン樹脂〔新日鉄化学(株)製のエスクロンG90〕48重量部を用いたこと以外は、実施例1と同様にしてゴム材料を作製し、このゴム材料から、実施例1と同様にして、同寸法の免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

比較例4

キシレン樹脂に代えて日本石油化学(株)製の芳香族系樹脂〔商品名日石ネオポリマー130〕48重量部を用いたこと以外は、実施例1と同様にしてゴム材料を作製し、このゴム材料から、実施例1と同様にして、同寸法の免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

【0032】上記各実施例、比較例で製造した免震構造体のミニチュアモデル、および各実施例、比較例で使用

したゴム材料について、以下の各試験を行って、その特性を評価した。

免震構造体の動的粘弾性試験

実施例、比較例で製造した各モデルの、下側のフランジ1を固定した状態で、上側のフランジ1を、図2に白矢印で示すように水平方向に繰り返し変位させて、モデルの軟質層をせん断変形させた。

【0033】せん断変形は、温度20℃の条件下、図2に示した上側のフランジ1の水平方向の変位量d(mm)と、軟質層の鉛直方向の総厚みT〔この場合は1.8mm×25枚=45mm〕とから、下記式(i)：

【0034】

【数1】

$$D(\%) = \frac{d}{T} \times 100 \quad (i)$$

【0035】によって求められる伸びDの最大値が5%となる水平変位を周波数0.5Hzで3サイクル繰り返し行い、ついで上記伸びDの最大値を10%、25%、50%、100%、150%および200%に順次増加させた水平変位を、それぞれ周波数0.5Hzで3サイクルずつ繰り返し行った。そして、上記一連の水平変位をせん断変形の1ルーチンとして、2ルーチン目の、伸びDの最大値が50%である水平変位のうち3サイクル目の水平変位における、伸びD(%)と水平荷重との関係を測定した。

【0036】つぎに上記のようにして測定された、図3に示す伸びと水平荷重との関係を示すヒステリシスループ曲線から、下記式(ii)：

【0037】

【数2】

$$h_{eq} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{\Delta W}{W} \quad (ii)$$

【0038】により、等価減衰定数 h_{eq} を求めた。なお、上記式(ii)中の ΔW は、変位1サイクルあたりの損失エネルギー(図3においてヒステリシスループ曲線で囲まれた領域の面積)を示し、Wは、最大振幅に至るまでに蓄積される弾性歪みエネルギー(図3において斜線の領域の面積)を示す。また図3中のFは、最大伸び時(この場合は伸びD=50%)の水平荷重を示す。さらに図3中の曲線Lは、所定の伸び時におけるヒステリシスループ曲線上のa点の水平荷重とc点の水平荷重との中間値(b点)を、伸びなし時(D=0%)から最大伸び時(D=50%)までの全範囲で求めてプロットした曲線である。

【0039】また上記図3のヒステリシスループ曲線のうち水平変位Dの最大値(この場合は50%)と、この最大水平変位時の水平荷重(図3中のF)とから、下記式(iii)：

【0040】

【数3】

$$Kh = F/D \quad (\text{iii})$$

【0041】により各モデルの水平ばね定数Khを求

$$\text{水平剛性指数} = \frac{(\text{対象実施例、比較例のKh})}{(\text{実施例1のKh})} \times 100 \quad (\text{iv})$$

【0043】により、実施例1を100とした水平剛性指数を求めて、実施例、比較例の各モデルの、水平方向の剛性を評価した。

ゴム材料のエネルギー特性試験I

各実施例、比較例のモデルの軟質層に使用したゴム材料をシート状に成形し、加硫したのち、いわゆるダンベル状に打ち抜いて試験片を作製した。そしてこの試験片を、引張試験機を用いて温度25℃、引張速度200mm/分の条件で100%伸長させ、ついでこの100%の伸長状態から伸長0の状態へ戻すまでの間の、伸び(%)と応力との関係を測定した。

【0044】つぎに上記のようにして測定された、図4に示す伸びと応力との関係を示すヒステリシスループ曲線から、下記式(v)：

【0045】

【数5】

$$\text{ヒステリシスロス比} = \frac{S_{OABC}}{S_{OABH}} \quad (\text{v})$$

【0046】により、各ゴム材料のヒステリシスロス比を求めた。なお上記式中 S_{OABC} は、図4において曲線A、Cで囲まれた領域(斜線の領域)の面積、 S_{OABH} は、直線OH、HBおよび曲線Aで囲まれた略扇形の領域の面積である。

ゴム材料のエネルギー特性試験II

各実施例、比較例のモデルの軟質層に使用したゴム材料を用いて、図5(a)(b)に示すように厚み7.5mmの矩形状の2枚の鋼板S、S間に、直径 $\phi = 25\text{mm}$ 、厚み $T = 5\text{mm}$ の円板状のゴム層Rが介装され、上下の鋼板S、Sと加硫接着された積層体を作製した。

【0047】そしてこの積層体の、下側の鋼板Sを固定した状態で、上側の鋼板Sを、温度20℃の条件下、図5(a)に白矢印で示すように水平方向に繰り返し変位さ

め、この水平ばね定数Khから、下記式(iv)：

【0042】

【数4】

せてゴム層Rをせん断変形させ、前記免震構造体の動的粘弾性試験と同様にして、変位と荷重との関係を測定した。すなわちせん断変形は、上側の鋼板Sの水平方向の変位量dと、ゴム層Rの鉛直方向の層厚みT(この場合は5mm)とから、前記式(i)によって求められるゴム層Rの伸びDの最大値が5%となる水平変位を周波数0.5Hzで3サイクル繰り返して行い、ついで上記伸びDの最大値を10%、25%、50%、100%、150%および200%に順次増加させた水平変位を、それぞれ周波数0.5Hzで3サイクルずつ繰り返して行った。

【0048】そして、上記一連の水平変位をせん断変形の1ルーチンとして、1ルーチン目の、伸びDの最大値が50%である水平変位のうち3サイクル目の水平変位における、伸びD(%)と水平荷重との関係を測定した。つぎに上記のようにして測定された、前記図3に示す伸びと水平荷重との関係を示すヒステリシスループ曲線のうち水平変位Dの最大値(この場合は50%)と、この最大水平変位時の水平荷重(図3中のF)とから、前記式(iii)により各ゴム層Rの水平ばね定数Khを求め、この水平ばね定数Khと、ゴム層Rの厚み $T (= 5\text{mm})$ と、ゴム層Rの断面積 $\alpha (= \pi (\phi/2)^2 \approx 490.9\text{mm}^2)$ とから、下記式(vi)：

【0049】

【数6】

$$G = \frac{Kh \times T}{\alpha} \quad (\text{vi})$$

【0050】により、各ゴム材料のせん断弾性率Gを求めた。以上の結果を表1に示す。

【0051】

【表1】

	等価 減衰定数 h_{eq}	水平 剛性 指数	ヒステリシス ロス比	せん断 弾性率 G
実施例1	0.25	100	0.762	15.6
比較例1	0.21	38	0.640	5.9
比較例2	0.17	26	0.518	4.1
比較例3	0.23	59	0.701	9.3
比較例4	0.22	58	0.671	9.0

【0052】表1より、キシレン樹脂を添加したゴム材料を使用した実施例1のモデルは、上記キシレン樹脂に代えて従来公知の他の補強樹脂を添加したゴム材料を使用した比較例1～4のモデルに比べて、ゴム材料自体のせん断弾性率が高く、かつ免震構造体としての水平剛性指数も高いことから、地震によって容易に座屈しないことがわかった。また上記実施例1のモデルは比較例1～4のモデルに比べて、ゴム材料自体のヒステリシスロス比が大きく、かつ免震構造体としての等価減衰定数も大きいことから、振動減衰特性にもすぐれることがわかった。

実施例2～4

アルキルフェノール変性型キシレン樹脂〔前出の三菱瓦

斯化学(株)製、ニカノールHP120〕の添加量を15重量部(実施例2)、35重量部(実施例3)、または90重量部(実施例4)としたこと以外は、実施例1と同様にしてゴム材料を作製し、このゴム材料から、実施例1と同様にして、同寸法の免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

【0053】上記各実施例で製造した免震構造体のミニチュアモデル、および各実施例で使用するゴム材料について、前記の各試験を行って、その特性を評価した。結果を、前記実施例1の結果と併せて表2に示す。

【0054】

【表2】

	キシレン 樹脂 重量部	等価 減衰定数 h_{eq}	水平 剛性 指数	ヒステリシス ロス比	せん断 弾性率 G
実施例2	15	0.11	42	0.470	9.0
実施例3	35	0.18	76	0.554	11.2
実施例1	48	0.25	100	0.762	15.6
実施例4	90	0.43	186	0.840	28.2

【0055】表2より、キシレン樹脂の添加量が多くなるほど、ゴム材料自体のせん断弾性率が高く、かつ免震構造体としての水平剛性指数が高くなることがわかった。またキシレン樹脂の添加量が多くなるほど、ゴム材料自体のヒステリシスロス比が大きく、かつ免震構造体としての等価減衰定数が大きくなって、振動減衰特性が向上することもわかった。

比較例5～8

キシレン樹脂に代えて、他の補強樹脂15重量部を添加したこと以外は、実施例1と同様にしてゴム材料を作製し、このゴム材料から、実施例1と同様にして、同寸法の免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

【0056】なお上記各比較例で使用する補強樹脂は、

比較例5がロジン変性マレイン樹脂〔前出のハリマ化成(株)製、ハリマックR100〕、比較例6がエクソン(株)製のシクロペンタジエン系樹脂〔前出の商品名エスコレッツ8180〕、比較例7がクマロンインデン樹脂〔前出の新日鉄化学(株)製、エスクロンG90〕、比較例8が日本石油化学(株)製の芳香族系樹脂〔前出の商品名日石ネオポリマー130〕であった。

【0057】上記各比較例で製造した免震構造体のミニチュアモデル、および各比較例で使用するゴム材料について、前記の各試験を行って、その特性を評価した。結果を、前記実施例2の結果と併せて表3に示す。

【0058】

【表3】

	等価 減衰定数 h_{eq}	水平 剛性 指数	ヒステリシス ロス比	せん断 弾性率 G
実施例2	0.11	42	0.470	9.0
比較例5	0.09	16	0.396	3.4
比較例6	0.07	11	0.320	2.4
比較例7	0.10	25	0.432	5.4
比較例8	0.09	24	0.414	5.2

【0059】表3より、補強樹脂の添加量が15重量部と少ない系においても、キシレン樹脂を添加したゴム材料を使用した実施例2のモデルが、他の補強樹脂を添加したゴム材料を使用した比較例5～8のモデルに比べて、ゴム材料自体のせん断弾性率が高く、かつ免震構造体としての水平剛性指数も高いことから、地震によって容易に座屈しないことがわかった。また上記実施例2のモデルは比較例5～8のモデルに比べて、ゴム材料自体のヒステリシスロス比が大きく、かつ免震構造体としての等価減衰定数も大きいことから、振動減衰特性にもすぐれることがわかった。

実施例5

NRおよびIRに代えてBR〔旭化成（株）製のBR5

5F〕100重量部をベースポリマーとして使用するとともに、アルキルフェノール変性型キシレン樹脂〔前出の三菱瓦斯化学（株）製、ニカノールHP120〕の添加量を15重量部としたこと以外は、実施例1と同様にしてゴム材料を作製し、このゴム材料から、実施例1と同様にして、同寸法の免震構造体のミニチュアモデルを製造した。

【0060】上記実施例5で製造した免震構造体のミニチュアモデル、および実施例5で使用したゴム材料について、前記の各試験を行って、その特性を評価した。結果を表4に示す。

【0061】

【表4】

	等価 減衰定数 h_{eq}	水平 剛性 指数	ヒステリシス ロス比	せん断 弾性率 G
実施例5	0.18	98	0.633	15.2

【0062】表4より、NRおよびIRに代えてBRを使用した場合にも、ほぼ同等の結果がえられることがわかった。

【0063】

【発明の効果】以上、詳述したようにこの発明によれば、軟質層が、前記のようにベースポリマーにキシレン樹脂を添加したせん断弾性率の高いゴム材料により構成されており、水平方向の剛性が高いため、高層建築物等の重量の大きな建築物の免震支承に使用された場合でも、地震によって容易に座屈しない免震構造体がええるという特有の作用効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の免震構造体の、実施の形態の一例を示す部分切り欠き斜視図である。

【図2】実施例、比較例で製造した免震構造体のモデル

における、動的粘弾性を測定する方法を説明する図である。

【図3】上記図2の測定方法にてえられた、免震構造体のモデルにおける、水平変位と水平荷重との関係を示すヒステリシスループ曲線の一部を示すグラフである。

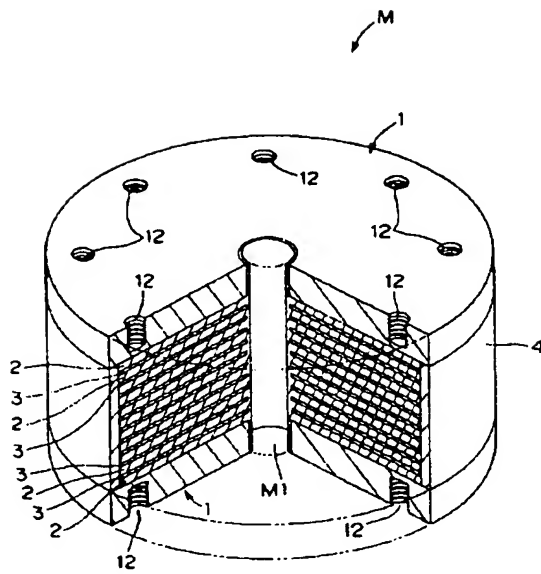
【図4】実施例、比較例で使用したゴム材料自体の、引張時の伸びと応力との関係を示すヒステリシスループ曲線の一部を示すグラフである。

【図5】実施例、比較例で使用したゴム材料自体のエネルギー特性の測定に使用する積層体を示す図であって、同図(a)は正面図、同図(b)は平面図である。

【符号の説明】

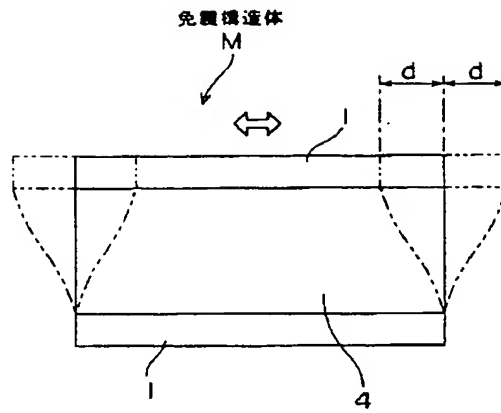
- M 免震構造体
- 2 軟質層
- 3 硬質層

【図1】

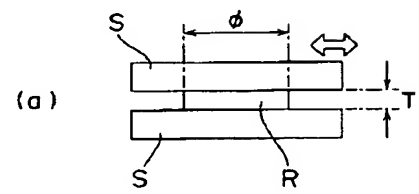


M...免震構造体
2...軟質層
3...硬質層

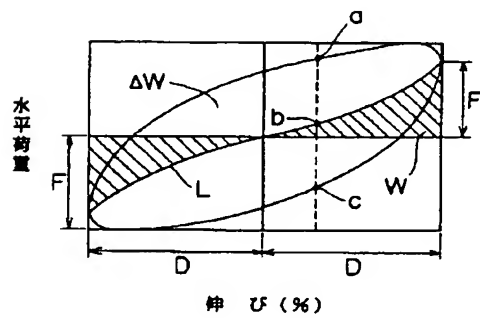
【図2】



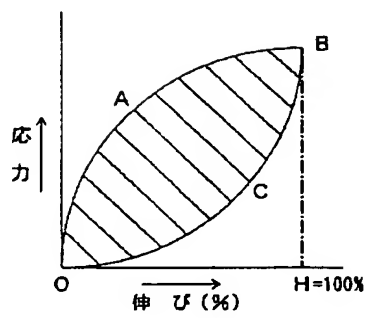
【図5】



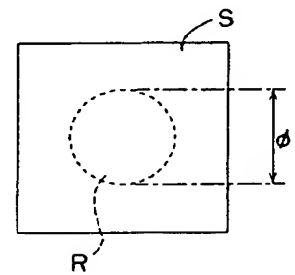
【図3】



【図4】



(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.